

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Juni 2005 (23.06.2005)

PCT

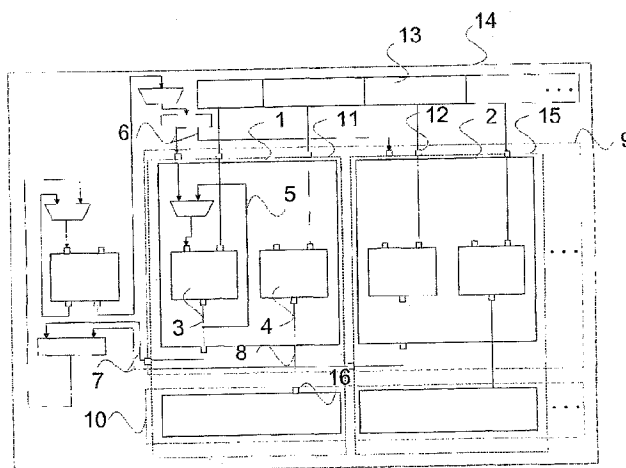
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/057403 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G06F 9/00** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CICHON, Gordon
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002580 [—/DE]; Muenchner Platz 10, 01187 Dresden (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 23. November 2004 (23.11.2004) (74) Anwalt: ADLER, Peter; Lippert, Stachow & Partner, Krenkelstrasse 3, 01309 Dresden (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
103 55 112.3 24. November 2003 (24.11.2003) DE
10 2004 004 434.1 28. Januar 2004 (28.01.2004) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN [DE/DE]; Mommsenstrasse 13, 01069 Dresden (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE AUTOMATIC CREATION OF A PROCESSOR USING A MACHINE DESCRIPTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR AUTOMATISCHEN ERZEUGUNG EINES PROZESSORS AUS EINER MASCHINENBESCHREIBUNG



(57) Abstract: The aim of the invention is to create machine descriptions that can be used to perform an automated optimal hardware design of SIMD processors. To achieve this, functional units, which process vectors, are selected from an identifier in the machine description. A first and second reduced functional unit are selected according to their definitions from each vector-processing functional unit, said reduced functional units processing only one element of a vectorial value. All reduced functional units, which use common control signals for the processing of each data element that is associated with the vectorial value, are combined to form a slice. Reduced functional units, which process the same data elements at least indirectly in a sequence are combined to form a slice module. The slice comprising the reduced functional units is reproduced to such an extent that all reduced functional units represent the functions of their respective selected vector-processing functional unit.

(57) Zusammenfassung: Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Maschinenbeschreibungen vorzunehmen, mit der ein automatisierter optimaler Hardwareentwurf von SIMD-Prozessoren ausführbar ist. Dies wird dadurch gelöst, dass aus einem Kennzeichen in der Maschinenbeschreibung Funktionseinheiten ausgewählt werden, die Vektor verarbeitend sind. Aus einer jeweiligen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/057403 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

vektorverarbeitenden Funktionseinheit werden eine erste bzw. zweite reduzierte Funktionseinheit definiert ausgewählt, wobei die reduzierte Funktionseinheiten nur ein Datenelement eines vektoriellen Wertes verarbeiten. Alle reduzierten Funktionseinheiten, die gemeinsam Kontrollsignale bei der Verarbeitung eines jeweiligen zum vektoriellen Wertes zugehörigen Datenelementes verwenden, werden zu einer Scheibe zusammengefasst. Reduzierte Funktionseinheiten, die die gleichen Datenelemente zumindest mittelbar in einer Abfolge verarbeiten, werden zu einem Scheibenmodul zusammengefasst. Die Scheibe mit den enthaltenen reduzierten Funktionseinheiten wird so oft reproduziert, dass alle reduzierten Funktionseinheiten die Funktionalität ihrer jeweiligen ausgewählten vektorverarbeitenden Funktionseinheit repräsentieren.

**Verfahren zur automatischen Erzeugung eines Prozessors aus
einer Maschinen-Beschreibung**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines SIMD-Prozessors, der sich jeweils gemeinsame Kontrollsignale teilende Scheiben zur Verarbeitung unterschiedlicher Daten enthält, wobei zumindest mittelbar die Geometrie des Prozessors aus einer Maschinenbeschreibung erzeugt wird, die aus einer Datenbank besteht und welche Definitionen von mehreren Funktionseinheiten enthält, die zumindest aus Parametern der Anzahl und Typen der Eingänge, Anzahl und Typen der Ausgänge und der Verbindung der Funktionseinheiten mit anderen Funktionseinheiten bestehen.

15

Der Stand der Techniken Technik zeigt deutlich, dass digitale Signalprozessoren (DSP) weiterhin an Bedeutung gewinnen.

Ihre Haupt-Einsatzgebiete sind Systeme, in denen Signalverarbeitungsaufgaben, wie z. B. die Realisierung von Filtern oder die Berechnung von Spektren zu übernehmen sind. Sie ersetzen dort die speziell auf jede Anwendung zugeschnittenen analogen oder digitalen Schaltungen.

Der Vorteil der digitalen Signalprozessoren (DSP) gegenüber solchen anwenderspezifischen Systemen liegt in ihrer universellen Einsetzbarkeit. Dies wird dadurch bedingt, dass ihre Programmierbarkeit frei ist und dadurch eine Anpassungen an spezielle Aufgaben innerhalb eines Anwendungsgebietes ermöglicht wird.

30

Dabei erweist es sich, dass die digitalen Signalprozessoren vom Typ vorzugsweise als SIMD(Single Instruction Multiple Data)-Prozessoren ausgelegt werden.

Dieser Vorteil schlägt sich auch in einer mit solchen Prozessoren erreichbaren hohen Wiederverwendbarkeit von Hard- und Software nieder und resultiert in niedrigen Entwicklungskosten sowie kürzeren Überführungszeiten in die Marktfähigkeit.

Gerade letztere Vorteile erfordern aber, dass bei der Entwicklung eines SIMD-Prozessors automatisierte Vorgänge die Marktfähigkeit effizient absichern. Nach dem Stand der Technik werden Entwurfs- und Testumgebungen für das Design solcher DSP Prozessor-Beschreibungssprachen bereitgestellt.

Bekannten Prozessor-Beschreibungssprachen ist gemein, dass sie stark compiler-orientiert sind. Das heißt, dass hierbei von einer gegebenen Hardware ausgehend, häufig mittels Assemblerprogrammierung spezielle Optimierungen und Anpassungen der verwendeten Software an die Hardware eines DSP weitestgehend von Hand durch den Entwicklungsingenieur vorgenommenen werden.

Da Assembler-Programmierung sehr anspruchsvoll, zeitaufwändig und fehleranfällig ist, wird bei der Softwareentwicklung in der Praxis häufig einen Kompromiss gewählt. Dabei werden die Programme in einer Hochsprache entwickelt und kritische Programmstellen nach der Übersetzung mittels klassischer Compiler auf Assemblerniveau nachoptimiert. Vorteil dieser Vorgehensweise ist die Vereinfachung und Beschleunigung des Entwicklungsprozesses. Nachteil ist nicht nur die Entstehung neuer Fehlerquellen, sondern auch die Gefahr, unter Umständen nach jeder Änderung eines Programms in der Hochsprache eine erneute Optimierung der kritische Programmstellen durchführen zu müssen.

Ein grundsätzlich anderen Weg zu beschreiten, die Optimierung von SIMD-Prozessoren durch optimierten automatisierten Hardware-Entwurf vorzunehmen, welcher durch Maschinenbeschreibungen unterstützt wird, die die Registertransfäirebene bzw. Netzliste betreffen, ist beim Stand der Technik nicht bekannt.

Somit besteht die erfinderische Aufgabenstellung ausgehend von einer gegebenen Prozessor-Beschreibung eine Maschinenbeschreibungen vorzunehmen, mit der ein automatisierter optimaler Hardwareentwurf von SIMD-Prozessoren ausführbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabenstellung dadurch gelöst, dass eine geänderte Maschinenbeschreibung erzeugt und zur Herstellung der Geometrie des SIMD-Prozessors derart zu Grunde gelegt wird, dass aus einem Kennzeichen in der Maschinenbeschreibung Funktionseinheiten ausgewählt werden, die vektorverarbeitend sind. Weiterhin werden aus einer jeweiligen vektorverarbeitenden Funktionseinheit eine erste bzw. zweite reduzierte Funktionseinheit definiert ausgewählt, wobei die reduzierte Funktionseinheiten als Bestandteil der jeweiligen vektorverarbeitenden Funktionseinheit nur ein Datenelement eines vektoriellen Wertes verarbeiten.

Alle reduzierten Funktionseinheiten, die gemeinsam Kontrollsignale bei der Verarbeitung eines jeweiligen zum vektoriellen Wertes zugehörigen Datenelementes verwenden, werden zu einer Scheibe zusammengefasst. Reduzierte Funktionseinheiten, die die gleichen Datenelemente zumindest mittelbar in einer Abfolge verarbeiten, werden zu einem Scheibenmodul zusammengefasst. Die jeweilige Scheibe ist derart mehrfach angeordnet, dass die Scheibe mit den enthaltenen reduzierten Funktionseinheiten so oft reproduziert wird, dass alle reduzierten Funktionseinheiten die Funktionalität ihrer jeweiligen ausgewählten vektorverarbeitenden Funktionseinheit repräsentieren.

Diese Lösung zielt darauf ab, dass ein Verlust von Informationen zu den neu zu gestaltenden Funktionseinheiten die für eine besonders günstig Gestaltbarkeit bei einer Synthese sehr gering gehalten wird. Mit dieser geänderten Maschinenbeschreibung wird eine optimierte Repräsentation der ursprünglichen Prozessorbeschreibung erreicht, die eine besonders günstige Form für einen

Transformationsprozess zur Erzeugung der Geometrie des SIMD-Prozessors einnimmt.

5 Eine ergänzende Variante der erfinderischen Lösung wird dadurch erreicht, dass das Kennzeichen in der Maschinen-Beschreibung den Typ der Ein-und/oder Ausgänge oder der Funktionsweise, sofern diese in der Maschinen Beschreibung definiert ist, darstellt.

10 Mit einer weiteren Variante der erfinderischen Lösung wird erreicht, dass Scheiben zu einem jeweiligen Scheibenmodul zusammengefasst werden. Das jeweilige Scheibenmodul wird dadurch identifiziert, dass die Maschinenbeschreibung Informationen enthält, welche seiner Funktionseinheiten vektorielle Werte verarbeiten.
15 beiten. Außerdem wird die jeweilige vektorverarbeitende Funktionseinheit auf den jeweilig zu verarbeitenden vektoriellen Wert aufgeteilt.

20 Eine zusätzliche Variante der erfinderischen Lösung wird derart ausgestaltet, dass Scheiben zu einem jeweiligen Scheibenmodul zusammengefasst werden. Weiterhin wird das jeweilige Scheibenmodul dadurch identifiziert, dass die Maschinenbeschreibung Informationen enthält, welche Funktionseinheiten in Scheiben aufteilbar sind.

25 Eine Ausgestaltung der zusätzlichen Variante der erfinderischen Lösung wird dadurch erreicht, dass Scheiben zu einem jeweiligen Scheibenmodul zusammengefasst werden. Weiterhin wird das jeweilige Scheibenmodul dadurch identifiziert wird, dass die
30 Maschinenbeschreibung Informationen enthält, welche der vektorielle Werte verarbeitenden Funktionseinheiten in Scheiben aufteilbar sind.

Eine weitere Ausgestaltung der zusätzlichen Variante der erfinderischen Lösung wird dadurch erreicht, dass Scheiben zu einem
35 jeweiligen Scheibenmodul zusammengefasst werden und dass außer-

dem das jeweilige Scheibenmodul dadurch identifiziert wird, dass die Maschinenbeschreibung Informationen enthält, welche Funktionseinheiten vektorielle Werte verarbeiten und nicht in Scheiben aufteilbar sind. Diese Funktionseinheiten werden auf
5 den jeweilig zu verarbeitenden vektoriellen Wert aufgeteilt, ausschließlich der Funktionseinheiten, die als nicht in Scheiben aufteilbare Funktionseinheiten gekennzeichnet sind.

Eine Ausführung der erfinderischen Lösung sieht vor, dass ein
10 jeweiliges Verbindungsnetzwerk zwischen Funktionseinheiten des Prozessors dadurch erzeugt wird, dass ein jeweiliges Scheibenmodul identifiziert vorliegt und in der Maschinenbeschreibung ein jeweiliges Signal dadurch realisiert wird, dass es innerhalb des Scheibenmoduls als über Verbindungen von einem jeweilig
15 eindeutig benennbaren internen Anschluss in dem jeweiligen Scheibenmodul dargestellt wird.

Eine Variante der Ausführung der erfinderischen Lösung sieht vor, dass ein scheibenübergreifendes Verbindungsnetzwerk durch
20 eine Verbindung von einem jeweiligen Eingangsanschluss einer ersten reduzierten Funktionseinheit mit einem ersten und/oder zweiten Ausgangsanschluss einer ersten und/oder einer zweiten reduzierten Funktionseinheit gebildet wird, wobei die erste reduzierte Funktionseinheit innerhalb und die zweite Funktionseinheit außerhalb einer Scheibe des Scheibenmoduls liegt.
25

Eine weitere Variante der Ausführung der erfinderischen Lösung sieht vor, dass in einem jeweiligen zusammenfassenden Verbindungsnetzwerk von einzelnen vektorwertigen Signale (Signal gehört zu aufeinander bezogenen Signalen mit mehreren Datenelementen) jeweilige Verbindungen einer ersten und/oder einer
30 zweiten Scheibe zusammengefasst werden.

Eine spezielle Variante der Ausführung der erfinderischen Lösung sieht vor, dass aus einem jeweilig vorliegenden zusammengefassten Verbindungsnetzwerk in einem vereinzelnden Verbin-
35

dungsnetzwerk vektorwertige Signale als einzelne Verbindung auf eine erste und eine zweite Scheibe aufgeteilt werden.

Eine zusätzliche Ausgestaltung der erfinderischen Lösung wird
5 dadurch vorgenommen, dass ein Hierarchieebenen- Verbindungs-
netzwerk durch eine Verbindung von einem jeweiligen Eingangs-
anschluss der ersten reduzierten Funktionseinheit mit einem ers-
ten und/oder zweiten Ausgangsanschluss der ersten und/oder ei-
ner zweiten reduzierten Funktionseinheit gebildet wird, wobei
10 das jeweilige Hierarchieebenen-Verbindungsnetzwerk Verbindungen
nur in der jeweiligen Hierarchieebene herstellt.

In einer speziellen Ausführung der zusätzlichen Ausgestaltung
der erfinderischen Lösung wird realisiert, dass ein scheibenin-
15 ternes Verbindungsnetzwerk durch eine Verbindung von einem je-
weiligen Eingangsanschluss einer ersten reduzierten Funktions-
einheit zu einem jeweiligen Ausgangsanschluss einer zweiten re-
duzierten Funktionseinheit der ersten Scheibe gebildet wird.
Hierbei liegen die erste und zweite reduzierte Funktionseinheit
20 innerhalb des Scheibenmoduls und innerhalb der jeweiligen
Scheibe. Außerdem wird ein zusätzliches Signal von einem An-
schluss der Scheibe dadurch realisiert, dass von dem Anschluss
an der Schnittstelle der Scheibe eine Verbindung zum scheiben-
internen Verbindungsnetzwerk geführt wird, wobei diese als Ver-
25 bindung von und zu eindeutig benennbaren Anschlüssen in dem je-
weiligen Scheibenmodul dargestellt wird.

In einer weitergehenden Ausführung der zusätzlichen Ausgestal-
tung der erfinderischen Lösung wird realisiert, dass in einem
30 zusammenfassenden Verbindungsnetzwerk die jeweiligen Verbindun-
gen von einzelnen vektorwertigen Signale mehrerer Datenelemente
der nächst höheren Hierarchieebene einer ersten und einer zwei-
ten Scheibe zusammengefasst werden.

35 Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispie-
ls näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnungs-Figur ist ein Blockschaltbild eines durch eine geänderte Maschinenbeschreibung erfindungsgemäß erzeugten Geometrie des SIMD-Prozessors 14 dargestellt.

5

Darin ist ersichtlich, dass die jeweilig zugehörigen Datenelemente des im SIMD-Prozessor 14 zu verarbeitende vektoriellen Wert 13 der ersten bzw. zweiten reduzierten Funktionseinheit 3; 4 zugeführt werden.

10

Die erste bzw. zweite reduzierte Funktionseinheit 3; 4 sind entsprechend der Kennzeichen aus den vektorverarbeitenden Funktionseinheiten der ursprünglichen Maschinenbeschreibung derart ausgewählt worden, dass sie als Bestandteil der jeweiligen vektorverarbeitenden Funktionseinheit 9 nur ein Datenelement eines vektoriellen Wertes 13 verarbeiten.

15

Die zur Auswahl verwendeten Kennzeichen stellen der Typ der Ein-und/oder Ausgänge oder die Funktionsweise in der Maschinen-Beschreibung, sofern sie in dieser definiert ist, dar.

20

Alle reduzierten Funktionseinheiten, die gemeinsame Kontrollsignale bei der Verarbeitung eines jeweiligen zum vektoriellen Wertes 13 zugehörigen Datenelementes verwenden, werden in einer Scheibe zusammengefasst. Außerdem werden reduzierte Funktionseinheiten, die die gleichen Datenelemente zumindest mittelbar in einer Abfolge verarbeiten, zu einer Scheibenmodul 11 assoziiert.

25

Die jeweilige Scheibe wird im SIMD-Prozessor 14 derart mehrfach angeordnet, dass die Scheibe mit den enthaltenen reduzierten Funktionseinheiten so oft reproduziert wird, dass alle reduzierten Funktionseinheiten die Funktionalität ihrer jeweiligen ausgewählten vektorverarbeitenden Funktionseinheit 9 repräsentieren.

35

Ein Verbindungsnetzwerk zwischen den Funktionseinheiten des SIMD-Prozessors 14 wird dadurch gebildet, dass einerseits ein jeweiliges Scheibenmodul 11 identifiziert vorliegt und
5 andererseits ein jeweiliges Signal der Maschinenbeschreibung im SIMD-Prozessor 14 dadurch realisiert wird, dass es innerhalb des Scheibenmoduls 11 über Verbindungen von einem jeweilig eindeutig benennbaren internen Anschluss 16 in dem jeweiligen Scheibenmodul 11 dargestellt wird.

10

Ein scheibenübergreifendes Verbindungsnetzwerk 8 wird durch eine Verbindung von einem jeweiligen Eingangsanschluss einer ersten reduzierten Funktionseinheit 3 mit einem ersten und/oder zweiten Ausgangsanschluss einer ersten und/oder ei-
15 ner zweiten/weiteren reduzierten Funktionseinheit 3; 4 gebildet. Dabei liegt die erste reduzierte Funktionseinheit 3 innerhalb und die zweite reduzierte Funktionseinheit 4 außerhalb einer Scheibe des Scheibenmoduls 11.

20 In einem jeweiligen zusammenfassenden Verbindungsnetzwerk 7 von einzelnen vektorwertigen Signalen, d.h. das jeweilige Signal gehört zu aufeinander bezogenen Signalen mehrerer Datenelemente, werden die jeweiligen Verbindungen einer ersten und/oder einer zweiten Scheibe 1, 2 zusammengefasst.

25

Weiterhin ist in der Zeichnungs-Figur ersichtlich, dass aus einem jeweilig vorliegenden zusammengefassten Verbindungsnetzwerk 7 in einem vereinzelnden Verbindungsnetzwerk 6 vektorwertige Signale als einzelne Verbindung auf eine erste und eine zweite
30 Scheibe 1; 2 aufgeteilt werden.

Ein scheibeninternes Verbindungsnetzwerk 5 wird durch eine Verbindung von einem jeweiligen Eingangsanschluss einer ersten reduzierten Funktionseinheit 3 zu einem jeweiligen Ausgangsanschluss einer zweiten reduzierten Funktionseinheit 4 der ersten
35 Scheibe 1 gebildet. Dabei liegen die erste und zweite reduzier-

te Funktionseinheit 3; 4 innerhalb des Scheibenmoduls 11 und innerhalb der jeweiligen Scheibe.

Außerdem wird hierbei ein zusätzliches Signal von einem Anschluss der Scheibe dadurch realisiert, dass von dem Anschluss an der Schnittstelle der Scheibe eine Verbindung zum scheiben-internen Verbindungsnetzwerk 5 geführt wird. Dabei wird diese Verbindung als Verbindung von und zu jeweilig eindeutig benennbaren Anschlüssen in dem jeweiligen Scheibenmodul 11 dargestellt.

**Verfahren zur automatischen Erzeugung eines Prozessors aus
einer Maschinen-Beschreibung**

5

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|---|
| 1 | erste Scheibe |
| 2 | zweite Scheibe |
| 10 | 3 erste reduzierte Funktionseinheit |
| | 4 zweite reduzierte Funktionseinheit |
| | 5 scheibeninternes Verbindungsnetzwerk |
| | 6 vereinzelndes Verbindungsnetzwerk |
| | 7 zusammenfassendes Verbindungsnetzwerk |
| 15 | 8 scheibenübergreifendes Verbindungsnetzwerk |
| | 9 vektorverarbeitende Funktionseinheit |
| | 10 weitere vektorverarbeitende Funktionseinheit |
| | 11 Scheibenmodul |
| | 12 Scheibenmodulanschluss |
| 20 | 13 vektorieller Wert |
| | 14 SIMD-Prozessor |
| | 15 weiteres Scheibenmodul |
| | 16 interner Anschluss |
| | 17 Hierarchieebenen-Verbindungsnetzwerk |

**Verfahren zur automatischen Erzeugung eines Prozessors aus
einer Maschinen-Beschreibung**

Patentansprüche

5

1. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines SIMD-Prozessors, der sich jeweils gemeinsame Kontrollsignale teilende Scheiben zur Verarbeitung unterschiedlicher Daten enthält, wobei zumindest mittelbar die Geometrie des Prozessors aus einer Maschinenbeschreibung erzeugt wird, die aus einer Datenbank besteht und welche Definitionen von mehreren Funktionseinheiten enthält, die zumindest aus Parametern der Anzahl und Typen der Eingänge, Anzahl und Typen der Ausgänge und der Verbindung der Funktionseinheiten mit anderen Funktionseinheiten bestehen, dadurch gekennzeichnet, dass eine geänderte Maschinenbeschreibung erzeugt und zur Herstellung der Geometrie des SIMD-Prozessors (14) derart zu Grunde gelegt wird, dass aus einem Kennzeichen in der Maschinenbeschreibung Funktionseinheiten ausgewählt werden, die Vektor verarbeitend sind, dass aus einer jeweiligen vektorverarbeitenden Funktionseinheit (9) eine erste bzw. zweite reduzierte Funktionseinheit (3), (4) definiert ausgewählt werden, wobei die reduzierten Funktionseinheiten als Bestandteil der jeweiligen vektorverarbeitenden Funktionseinheit (9) nur ein Datenelement eines vektoriellen Wertes (13) verarbeiten, dass alle reduzierten Funktionseinheiten, die gemeinsam Kontrollsignale bei der Verarbeitung eines jeweiligen zum vektoriellen Wertes (13) zugehörigen Datenelementes verwenden, zu einer Scheibe zusammengefasst werden, dass reduzierte Funktionseinheiten, die die gleichen Datenelemente zumindest mittelbar in einer Abfolge verarbeiten, zu einer Scheibenmodul zusammengefasst werden, dass die jeweilige Scheibe derart mehrfach angeordnet ist, dass die Scheibe mit den enthaltenen reduzierten Funktionseinheiten so oft reproduziert wird, dass alle reduzierten Funktionseinheiten die Funktio-
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35

nalität ihrer jeweiligen ausgewählten vektorverarbeitenden Funktionseinheit (9) repräsentieren.

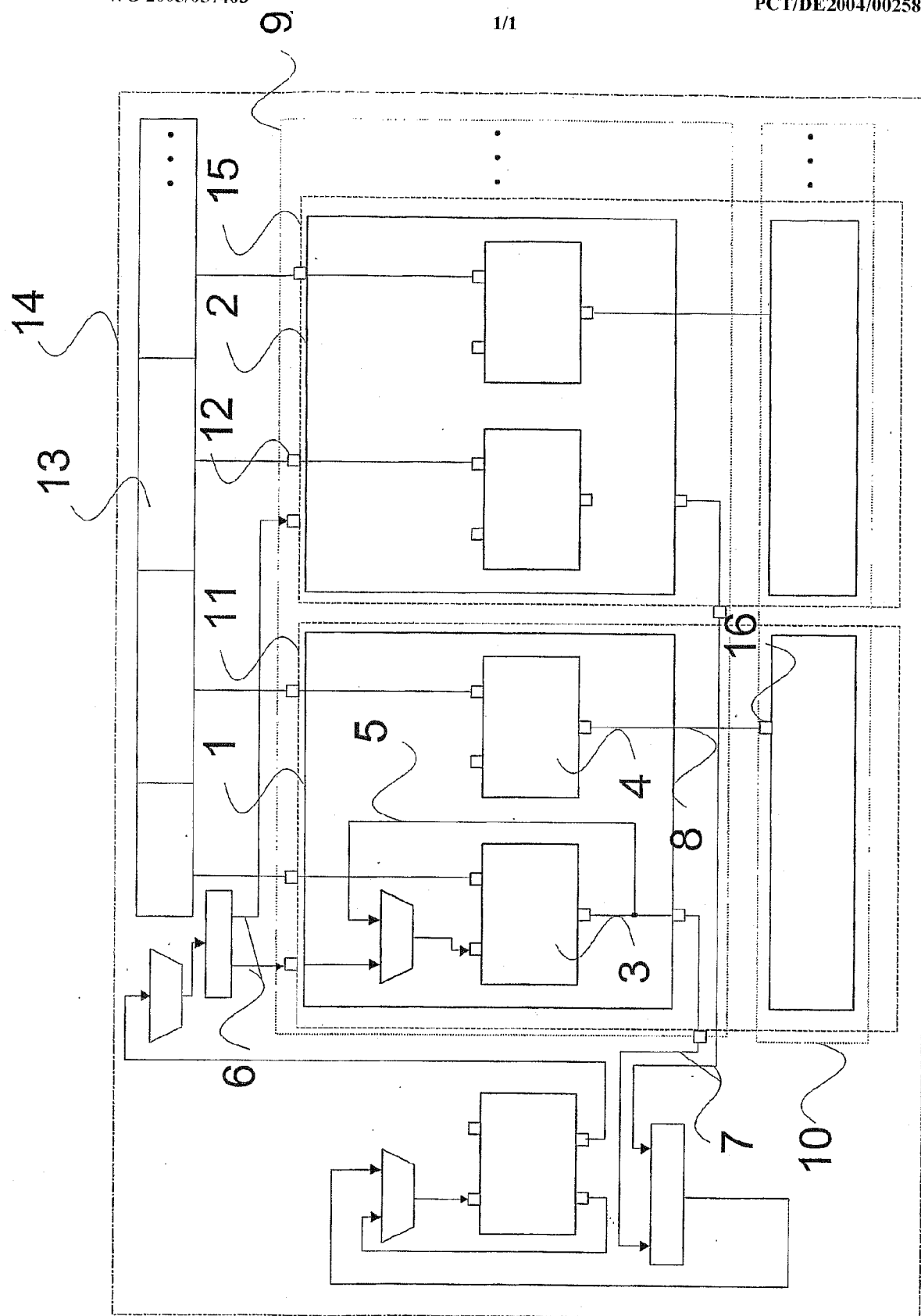
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kennzeichen in der Maschinen-Beschreibung den Typ der Ein-und/oder Ausgänge oder der Funktionsweise, sofern diese in der Maschinen-Beschreibung definiert ist, darstellt.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass Scheiben zu einem jeweiligen Scheibenmodul (11) zusammengefasst werden, dass das jeweilige Scheibenmodul (11) dadurch identifiziert wird, dass die Maschinenbeschreibung Informationen enthält, welche seiner Funktionseinheiten vektorielle Werte verarbeiten und dass die jeweilige vektorverarbeitende Funktionseinheit (9) auf den jeweilig zu verarbeitenden vektoriellen Wert (13) aufgeteilt wird.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass Scheiben zu einem jeweiligen Scheibenmodul (11) zusammengefasst werden, dass das jeweilige Scheibenmodul (11) dadurch identifiziert wird, dass die Maschinenbeschreibung Informationen enthält, welche Funktionseinheiten in Scheiben aufteilbar sind.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass Scheiben zu einem jeweiligen Scheibenmodul (11) zusammengefasst werden, dass das jeweilige Scheibenmodul (11) dadurch identifiziert wird, dass die Maschinenbeschreibung Informationen enthält, welche der Funktionseinheiten vektorielle Werte verarbeiten, dass die Maschinenbeschreibung Informationen enthält, welche Funktionseinheiten nicht in Scheiben aufteilbar sind und dass diese Funktionseinheiten auf den jeweilig zu verarbeitenden vektoriellen Wert (13) aufgeteilt werden, ausschließlich

der Funktionseinheiten, die als nicht in Scheiben aufteilbare Funktionseinheiten gekennzeichnet sind.

- 5 6. Verfahren nach den Ansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein jeweiliges Verbindungsnetzwerk zwischen vektorverarbeitenden Funktionseinheiten des SIMD-Prozessors (14) dadurch erzeugt wird, dass ein jeweiliges Scheibenmodul (11) identifiziert vorliegt, dass in der Maschinenbeschreibung ein jeweiliges Signal, dadurch realisiert wird, dass es innerhalb des Scheibenmoduls (11) über Verbindungen von einem jeweilig eindeutig benennbaren internen Anschluss (16) in dem jeweiligen Scheibenmodul (11) dargestellt wird.
- 10
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein scheibenübergreifendes Verbindungsnetzwerk (8) durch eine Verbindung von einem jeweiligen Eingangsanschluss einer ersten reduzierten Funktionseinheit (3) mit einem ersten und/oder zweiten Ausgangsanschluss einer ersten und/oder einer zweiten reduzierten Funktionseinheit (3), (4) gebildet wird, wobei die erste reduzierte Funktionseinheit (3) innerhalb und die zweite Funktionseinheit außerhalb einer Scheibe des Scheibenmoduls (11) liegt.
- 20
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass in einem jeweiligen zusammenfassenden Verbindungsnetzwerk (7) von einzelnen vektorwertigen Signalen (Signal gehört zu aufeinander bezogenen Signalen mit mehreren Datenelementen) die jeweiligen Verbindungen einer ersten und/oder einer zweiten Scheibe (1), (2) zusammengefasst wird.
- 30
- 35 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass aus einem jeweilig vorliegenden zusammengefassten Verbindungsnetzwerk (7) in einem vereinzelnenden Verbindungsnetzwerk (6) vektorwertige Signale als einzelne Ver-

bindung auf eine erste und eine zweite Scheibe (1), (2) aufgeteilt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hierarchieebenen-Verbindungsnetzwerk (17) durch eine Verbindung von einem jeweiligen Eingangsanschluss der ersten reduzierten Funktionseinheit (3) mit einem ersten und/oder zweiten Ausgangsanschluss der ersten und/oder einer zweiten reduzierten Funktionseinheit (3), (4) gebildet wird, wobei das jeweilige Hierarchieebenen-Verbindungsnetzwerk (17) Verbindungen nur in der jeweiligen Hierarchieebene herstellt.
11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein scheibeninternes Verbindungsnetzwerk (5) durch eine Verbindung von einem jeweiligen Eingangsanschluss einer ersten reduzierten Funktionseinheit (3) zu einem jeweiligen Ausgangsanschluss einer zweiten reduzierten Funktionseinheit der ersten Scheibe (1) gebildet wird, wobei die erste und zweite reduzierte Funktionseinheit (3), (4) innerhalb des Scheibenmoduls (11) und innerhalb der jeweiligen Scheibe liegen, dass ein zusätzliches Signal von einem Anschluss der Scheibe dadurch realisiert wird, dass von dem Anschluss an der Schnittstelle der Scheibe eine Verbindung zum scheibeninternen Verbindungsnetzwerk (5) geführt wird, wobei diese als Verbindung von und zu den jeweilig eindeutig benennbaren Anschlüssen in dem jeweiligen Scheibenmodul dargestellt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass in einem zusammenfassenden Verbindungsnetzwerk (7) die jeweiligen Verbindungen von einzelnen vektorwertigen Signale mehrerer Datenelemente der nächst höheren Hierarchieebene einer ersten und einer zweiten Scheibe (1), (2) zusammengefasst werden.



ॐ